

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

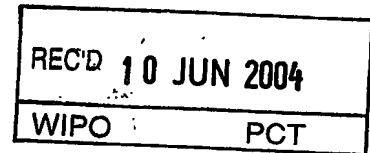
14. 4. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 4月 7日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-103452  
[ST. 10/C]: [JP 2003-103452]



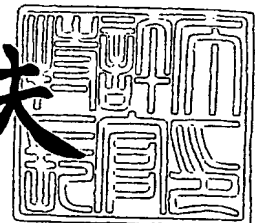
出 願 人  
Applicant(s): 昭和電工株式会社  
株式会社東芝

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 11H150107

【提出日】 平成15年 4月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/66

【発明の名称】 磁気記録媒体、その製造方法および磁気記録再生装置

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
イー株式会社内

【氏名】 清水 謙治

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
イー株式会社内

【氏名】 坂脇 彰

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
イー株式会社内

【氏名】 小林 一雄

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
イー株式会社内

【氏名】 グエン・ティエン・デュオング

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市八幡海岸通 5 番の 1 昭和電工エイチ・デ  
イー株式会社内

【氏名】 酒井 浩志

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町 2 丁目 9 番地 株式会社東芝 青梅  
工場内

【氏名】 彦坂 和志

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町 2 丁目 9 番地 株式会社東芝 青梅  
工場内

【氏名】 前田 知幸

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都青梅市末広町 2 丁目 9 番地 株式会社東芝 青梅  
工場内

【氏名】 及川 壮一

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002004

【氏名又は名称】 昭和電工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社東芝

## 【代理人】

【識別番号】 100064908

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

## 【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 6188

【出願日】 平成15年 1月14日

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704938

【プルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】磁気記録媒体、その製造方法および磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、

前記下地膜が少なくとも Pt と C とを含む合金、あるいは少なくとも Pd と C とを含む合金からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の磁気記録媒体において、下地膜の C 含有量が、1 at % 以上 40 at % 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の磁気記録媒体において、下地膜の C 含有量が、5 at % 以上 30 at % 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、下地膜の厚さが 0.5 nm 以上 15 nm 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、下地膜と垂直磁気記録膜の間に、少なくとも Ru、Co のうちいずれか一方を含む中間膜が設けられていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、軟磁性下地膜と下地膜との間に、アモルファス構造または微細結晶構造を有するシード膜が設けられていることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、下地膜が、Pt-C 合金、Pt-Fe-C 合金、Pt-Ni-C 合金、Pt-Co-C 合金、Pt-Cr-C 合金、Pd-C 合金、Pd-Fe-C 合金、Pd-Ni-C 合金、Pd-Co-C 合金、Pd-Cr-C 合金のうちいずれかからなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、下地膜の結晶粒子の平均粒径が 5 nm 以上 12 nm 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 9】請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、垂直磁気記録膜が少なくとも Co と Pt を含む材料からなり、逆磁区核形成磁界 ( $-H_n$ ) が 0 以上であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 10】請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の磁気記録媒体において、

垂直磁気記録膜が、CoPt 合金または CoCrPt 合金に、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $Ta_2O_5$  のうちいずれかを添加した材料からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 11】非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とを順次形成し、前記下地膜が少なくとも Pt と C とを含む合金、あるいは少なくとも Pd と C とを含む合金からなることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 12】請求項 11 に記載の磁気記録媒体の製造方法において、下地膜を、温度  $150 \sim 400^\circ C$  で形成することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

【請求項 13】磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、磁気ヘッドが単磁極ヘッドであり、磁気記録媒体が、非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、前記下地膜が少なくとも Pt と C とを含む合金、あるいは少なくとも Pd と C とを含む合金からなることを特徴とする磁気記録再生装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、磁気記録媒体、その製造方法、およびこの磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置に関するものである。

##### 【0002】

**【従来の技術】**

磁気記録再生装置の1種であるハードディスク装置(HDD)は、現在その記録密度が年率60%以上で増えており今後もその傾向は続くといわれている。そのため、高記録密度に適した磁気記録用ヘッドの開発、磁気記録媒体の開発が進められている。

現在、市販されている磁気記録再生装置に搭載されている磁気記録媒体は、主に、磁性膜内の磁化容易軸が基板に対して平行に配向した面内磁気記録媒体である。ここで磁化容易軸とは、磁化の向き易い軸のことであり、Co合金の場合、Coのhcp構造のc軸のことである。

面内磁気記録媒体では、高記録密度化すると磁性膜の記録ビットの1ビットあたりの体積が小さくなりすぎ、熱揺らぎ効果により記録再生特性が悪化する可能性がある。また、高記録密度化した際に、記録ビット間の境界領域で発生する反磁界の影響により媒体ノイズが増加する傾向がある。

これに対し、磁性膜内の磁化容易軸が主に垂直に配向した、いわゆる垂直磁気記録媒体は、高記録密度化した際にも、記録ビット間の境界領域における反磁界の影響が小さく、鮮明なビット境界が形成されるため、ノイズの増加が抑えられる。しかも、記録密度が高くなるほど静磁氣的に安定となって熱揺らぎ耐性が向上することから、近年大きな注目を集めている。

**【0003】**

近年では、磁気記録媒体の更なる高記録密度化が要望に対して、垂直磁気記録膜に対する書きこみ能力に優れている単磁極ヘッドを用いることが検討されている。単磁極ヘッドに対応するために、記録層である垂直磁気記録膜と基板との間に、裏打ち層と称される軟磁性材料からなる層を設けることにより、単磁極ヘッドと磁気記録媒体との間の磁束の出入りの効率を向上させることが提案されている。

**【0004】**

しかしながら、単に裏打ち層を設けた磁気記録媒体では、記録再生特性が不十分となりやすく、より記録再生特性に優れた磁気記録媒体が要望されていた。

一般に垂直磁気記録媒体は、基板上に、裏打ち層(軟磁性下地膜)と、磁気記



録膜の磁化容易軸を基板面に対して垂直に配向させる下地膜と、Co合金からなる垂直磁気記録膜と、保護膜とを形成した構造となっている。

磁気記録媒体の記録再生特性を改善するには、垂直磁気記録膜に、ノイズの低い磁性材料を使うのは勿論であるが、層構造についても幾つかの改善手法が提案されている（例えば特許文献1～3）。

#### 【0005】

##### 【特許文献1】

特許第2669529号公報

##### 【特許文献2】

特開平8-180360号公報

##### 【特許文献3】

特開平07-192244号公報

#### 【0006】

特許第2669529号公報には、非磁性基板と、六方晶系の磁性合金膜との間にTi下地膜を設け、Ti下地膜に他の元素を含有させることにより、Ti合金下地膜と六方晶系の磁性合金膜との間の格子の整合性を高め、六方晶系の磁性合金膜のc軸配向性を向上させる方法が提案されている。

しかしながら、Ti合金下地を用いると、磁性合金膜中の交換結合が大きくなり、その結果、媒体ノイズが大きくなるため、更なる高記録密度化は困難である。

#### 【0007】

特開平8-180360号公報には、CoとRuからなる下地膜を、非磁性基板とCo合金垂直磁気記録膜との間に形成することにより、Co合金垂直磁気記録膜のc軸配向性を向上させる手法が提案されている。

しかしながら、CoとRuからなる下地膜は、その上に設けられた垂直磁気記録膜の残留磁化 $M_r$ と飽和磁化 $M_s$ との比 $M_r/M_s$ を低下させ、その結果、Co合金磁性膜中の熱揺らぎ耐性が劣化するため、更なる高記録密度化は困難である。

#### 【0008】

特開平07-192244号公報には、基板とCo合金垂直磁気記録膜との間に、Pt下地膜を形成することが提案されている。

しかしながら、Pt下地膜の上にCo合金垂直磁気記録膜を形成すると、これらの間の結晶格子サイズの不フィットが大きくなり、垂直磁気記録膜の結晶構造に歪みが生じる。このため、垂直磁気記録膜中の磁性粒子同士の交換結合が強くなり、媒体ノイズが大きくなることから、更なる高記録密度化は困難である。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、記録再生特性を向上させ高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

(1) 上記課題を解決するための第1の発明は、非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、前記下地膜が少なくともPtとCとを含む合金、あるいは少なくともPdとCとを含む合金からなることを特徴とする磁気記録媒体である。

(2) 上記課題を解決するための第2の発明は、(1)記載の磁気記録媒体において、下地膜のC含有量が、1at%以上40at%以下であることを特徴とする磁気記録媒体である。

(3) 上記課題を解決するための第3の発明は、(1)または(2)に記載の磁気記録媒体において、下地膜のC含有量が、5at%以上30at%以下であることを特徴とする磁気記録媒体である。

(4) 上記課題を解決するための第4の発明は、(1)乃至(3)のいずれかに記載の磁気記録媒体において、下地膜の厚さが0.5nm以上15nm以下であることを特徴とする磁気記録媒体である。

(5) 上記課題を解決するための第5の発明は、(1)乃至(4)のいずれかに

記載の磁気記録媒体において、下地膜と垂直磁気記録膜の間に、少なくとも Ru、Co のうちいずれか一方を含む中間膜が設けられていることを特徴とする磁気記録媒体である。

(6) 上記課題を解決するための第 6 の発明は、(1) 乃至 (5) のいずれかに記載の磁気記録媒体において、軟磁性下地膜と下地膜との間に、アモルファス構造または微細結晶構造を有するシード膜が設けられていることを特徴とする磁気記録媒体である。

(7) 上記課題を解決するための第 7 の発明は、(1) 乃至 (6) のいずれかに記載の磁気記録媒体において、下地膜が、Pt-C 合金、Pt-Fe-C 合金、Pt-Ni-C 合金、Pt-Co-C 合金、Pt-Cr-C 合金、Pd-C 合金、Pd-Fe-C 合金、Pd-Ni-C 合金、Pd-Co-C 合金、Pd-Cr-C 合金のうちいずれかからなることを特徴とする磁気記録媒体である。

(8) 上記課題を解決するための第 8 の発明は、(1) 乃至 (7) のいずれかに記載の磁気記録媒体において、下地膜の結晶粒子の平均粒径が 5 nm 以上 12 nm 以下であることを特徴とする磁気記録媒体である。

(9) 上記課題を解決するための第 9 の発明は、(1) 乃至 (8) のいずれかに記載の磁気記録媒体において、垂直磁気記録膜が少なくとも Co と Pt を含む材料からなり、逆磁区核形成磁界 ( $-H_n$ ) が 0 以上であることを特徴とする磁気記録媒体である。

(10) 上記課題を解決するための第 10 の発明は、(1) 乃至 (9) のいずれかに記載の磁気記録媒体において、垂直磁気記録膜が、CoPt 合金または CoCrPt 合金に、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> のうちいずれかを添加した材料からなる磁気記録媒体である。

(11) 上記課題を解決するための第 11 の発明は、非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とを順次形成し、前記下地膜が少なくとも Pt と C とを含む合金、あるいは少なくとも Pd と C とを含む合金からなることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法である。

(12) 上記課題を解決するための第 12 の発明は、(11) に記載の磁気記録

媒体の製造方法において、下地膜を、温度150～400℃で形成することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法である。

(13) 上記課題を解決するための第13の発明は、磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、磁気ヘッドが単磁極ヘッドであり、磁気記録媒体が、非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、前記下地膜が少なくともPtとCとを含む合金、あるいは少なくともPdとCとを含む合金からなることを特徴とする磁気記録再生装置である。

#### 【0011】

以下、逆磁区核形成磁界について説明する。

図2に示すように、履歴曲線(MH曲線)において、外部磁場を減少させる過程で磁化が0となる点aでの接線と、飽和磁化を示す直線との交点をbとすると、逆磁区核形成磁界( $-H_n$ )は、Y軸(M軸)から点bまでの距離(Oe)で表すことができる。

なお、逆磁区核形成磁界( $-H_n$ )は、外部磁場が負となる領域に点bがある場合に正の値をとり(図2を参照)、逆に、外部磁場が正となる領域に点bがある場合に負の値をとる(図3を参照)。

逆磁区核形成磁界( $-H_n$ )の測定には、振動式磁気特性測定装置またはカー効果測定装置を用いることができる。

なお、1(Oe) = 約79 A/mである。

また、各膜の厚さは、例えばTEM(透過型電子顕微鏡)で媒体断面を観察することにより求めることができる。

#### 【0012】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の磁気記録媒体の第1の実施形態を示すものである。ここに示されている磁気記録媒体は、非磁性基板1上に、軟磁性下地膜2と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜3と、中間膜4と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜5と、保護膜6と、潤滑膜7とが順次形

成された構成となっている。

#### 【0013】

非磁性基板1としては、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属材料からなる金属基板を用いてもよいし、ガラス、セラミック、シリコン、シリコンカーバイド、カーボンなどの非金属材料からなる非金属基板を用いてもよい。

ガラス基板としては、アモルファスガラス、結晶化ガラスがあり、アモルファスガラスとしては汎用のソーダライムガラス、アルミノシリケートガラスを使用できる。また、結晶化ガラスとしては、リチウム系結晶化ガラスを用いることができる。セラミック基板としては、汎用の酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素などを主成分とする焼結体や、これらの繊維強化物などが使用可能である。

#### 【0014】

非磁性基板1は、平均表面粗さ $R_a$ を $2\text{ nm}$  ( $20\text{ \AA}$ ) 以下、好ましくは $1\text{ nm}$  以下とすると、記録再生時に磁気ヘッドの浮上高さを低くすることができるため高密度記録に適している点から望ましい。

非磁性基板1は、表面の微小うねり ( $W_a$ ) を $0.3\text{ nm}$  以下 (より好ましくは $0.25\text{ nm}$  以下) とすると、記録再生時に磁気ヘッドの浮上高さを低くすることができるため高密度記録に適している点から好ましい。

また、端面のチャンファ部、面取り部、側面部の少なくとも一方の表面平均粗さ $R_a$ が $10\text{ nm}$  以下 (より好ましくは $9.5\text{ nm}$  以下) であることが、磁気ヘッドの飛行安定性にとって好ましい。

微小うねり ( $W_a$ ) は、例えば、表面粗さ測定装置P-12 (KLA-Tencor社製) を用い、測定範囲 $80\text{ }\mu\text{m}$  での表面平均粗さとして測定することができる。

#### 【0015】

軟磁性下地層2は、磁気ヘッドから発生する磁束の垂直方向成分を大きくするためと、情報が記録される垂直磁気記録膜5の磁化の方向をより強固に垂直方向に固定するために設けられているものである。この作用は、特に記録再生用の磁気ヘッドとして垂直記録用の単磁極ヘッドを用いる場合により顕著となる。

## 【0016】

軟磁性下地膜2は、軟磁性材料からなるもので、この材料としては、Fe、Ni、Coを含む材料を用いることができる。

この材料としては、FeCo合金(FeCo、FeCoBなど)、FeNi合金(FeNi、FeNiMo、FeNiCr、FeNiSiなど)、FeAl合金(FeAl、FeAlSi、FeAlSiCr、FeAlSiTiRu、FeAlOなど)、FeCr合金(FeCr、FeCrTi、FeCrCuなど)、FeTa合金(FeTa、FeTaC、FeTaNなど)、FeMg合金(FeMgOなど)、FeZr合金(FeZrNなど)、FeC合金、FeN合金、FeSi合金、FeP合金、FeNb合金、FeHf合金、FeB合金、CoB合金、CoP合金、CoNi合金(CoNi、CoNiB、CoNiPなど)、FeCoNi合金(FeCoNi、FeCoNiP、FeCoNiBなど)などを挙げるることができる。

またFeを60at%以上含有するFeAlO、FeMgO、FeTaN、FeZrN等の微結晶構造、あるいは微細な結晶粒子がマトリクス中に分散されたグラニューラ構造を有する材料を用いてもよい。

軟磁性下地膜2の材料としては、上記のほか、Coを80at%以上含有し、Zr、Nb、Ta、Cr、Mo等のうち少なくとも1種を含有するCo合金を用いることができる。

この材料としては、CoZr系合金、CoZrNb系合金、CoZrTa系合金、CoZrCr系合金、CoZrMo系合金などを好適なものとして挙げるることができる。

## 【0017】

軟磁性下地膜2の保磁力Hcは100(Oe)以下(好ましくは20(Oe)以下)とするのが好ましい。

この保磁力Hcが上記範囲を超えると、軟磁気特性が不十分となり、再生波形がいわゆる矩形波でなく歪みをもった波形になるため好ましくない。

軟磁性下地膜2の飽和磁束密度Bsは、0.6T以上(好ましくは1T以上)とするのが好ましい。このBsが上記範囲未満であると、再生波形がいわゆる矩

形波でなく歪みをもった波形になるため好ましくない。

【0018】

また、軟磁性下地膜2の飽和磁束密度 $B_s$ と膜厚 $t$ との積 $B_s \cdot t$ は、 $40 \text{ T} \cdot \text{nm}$ 以上（好ましくは $60 \text{ T} \cdot \text{nm}$ 以上）であることが好ましい。この $B_s \cdot t$ が上記範囲未満であると、再生波形が歪みをもつようになり、OW特性（オーバーライト特性）が悪化するため好ましくない。

【0019】

軟磁性下地膜2の形成方法としては、スパッタリング法、メッキ法などを用いることができる。

【0020】

軟磁性下地膜2は、表面（下地膜3側の面）において、軟磁性下地膜2を構成する材料が部分的、あるいは完全に酸化された構成とすることもできる。

つまり、軟磁性下地膜2の表面から所定深さの領域において、軟磁性下地膜2を構成する材料が部分的に酸化されるか、もしくはこの領域が前記材料の酸化物からなる構成とすることができる。

【0021】

下地膜3は、直上に設けられた中間膜4、または中間膜4および垂直磁気記録膜5における配向性および結晶粒径を制御するものである。

下地膜3に用いられる材料は、少なくともPtとCを含む合金である。

Cを含まないPtを用いた場合には、結晶粒径が大きくなるため、下地膜3の影響下でエピタキシャル成長する垂直磁気記録膜5において結晶粒径が大きくなり、ノイズが増大するため好ましくない。

下地膜3は、Pt-C合金、Pt-Fe-C合金、Pt-Ni-C合金、Pt-Co-C合金、Pt-Cr-C合金のうちいずれかからなることが特に好ましい。

【0022】

下地膜3に用いられる材料は、少なくともPdとCを含む合金であってもよい。

Cを含まないPdを用いた場合には、結晶粒径が大きくなるため、下地膜3の

影響下でエピタキシャル成長する垂直磁気記録膜5において結晶粒径が大きくなり、ノイズが増大するため好ましくない。

PdとCを含む合金を用いる場合には、下地膜3は、Pd-C合金、Pd-Fe-C合金、Pd-Ni-C合金、Pd-Co-C合金、Pd-Cr-C合金のうちいずれかからなることが特に好ましい。

#### 【0023】

下地膜3のC含有量は、1at%以上40at%以下（好ましくは5at%以上30at%以下）とするのが望ましい。

図4は、下地膜3のC含有量と記録再生特性の関係を示すものである。

図4に示すように、下地膜3のC含有量が1at%未満であると、記録再生特性の改善効果が低くなり、C含有量が40at%を越えると、配向性の悪化が生じ、その結果、記録再生特性、静磁気特性が悪化するため好ましくない。

#### 【0024】

下地膜3の厚さは、0.5nm以上15nm以下（特に1～10nm）とするのが好ましい。下地膜3の厚さが上記範囲であるとき、垂直磁気記録膜5の垂直配向性が特に高くなり、かつ記録再生時における磁気ヘッドと軟磁性下地膜2との距離を小さくすることができるので、再生信号の分解能を低下させることなく記録再生特性を高めることができるからである。

この厚さが上記範囲未満であると、垂直磁気記録膜5における垂直配向性が低下し、記録再生特性および熱揺らぎ耐性が劣化する。

また、この厚さが上記範囲を超えると、結晶粒子の粗大化が生じたり、記録再生時における磁気ヘッドと軟磁性下地膜2との距離が大きくなるため、再生信号の分解能や再生出力が低下する。

#### 【0025】

下地膜3は、fcc構造を有することが好ましい。下地膜3をfcc構造とすることで、直上に設けられた中間膜4および／または垂直磁気記録膜5の配向性を良くし、結晶粒子を微細化することができるためである。結晶の状態は、例えばX線回折法や透過型電子顕微鏡（TEM）にて確認することができる。

#### 【0026】



下地膜 3 は、結晶粒子の平均粒径が 5 nm 以上 12 nm 以下であることが好ましい。この平均粒径は、例えば下地膜 3 の結晶粒子を TEM（透過型電子顕微鏡）で観察し、観察像を画像処理することにより求めることができる。

#### 【0027】

下地膜 3 の表面形状は、垂直磁気記録膜 5、保護膜 6 の表面形状に影響を与えるため、磁気記録媒体の表面凹凸を小さくして、記録再生時における磁気ヘッド浮上高さを低くするには、下地膜 3 の表面平均粗さ  $R_a$  を 2 nm 以下とするのが好ましい。

この表面平均粗さ  $R_a$  を 2 nm 以下とすることによって、磁気記録媒体の表面凹凸を小さくし、記録再生時における磁気ヘッド浮上高さを十分に低くし、記録密度を高めることができる。

#### 【0028】

下地膜 3 を形成する際には、成膜用のガスとして、垂直磁気記録膜 5 の結晶粒子を微細化する目的で、酸素や窒素を含んだプロセスガスを用いることもできる。例えば、下地膜 3 をスパッタ法を用いて形成する場合は、プロセスガスとして、アルゴンに酸素を体積率で 0.05～10%（好ましくは 0.1～3%）程度混合したガス、アルゴンに窒素を体積率で 0.01～20%（好ましくは 0.02～5%）程度混合したガスを用いるのが好ましい。

#### 【0029】

中間膜 4 は、下地膜 3 と垂直磁気記録膜 5 との間の結晶格子サイズの差から生じる垂直磁気記録膜 5 の結晶構造の歪みを防ぐとともに、垂直磁気記録膜 5 の磁性粒子（結晶粒子）の交換結合を低減するものである。

中間膜 4 には、hcp 構造または fcc 構造を有する材料を用いることが好ましい。

中間膜 4 は、少なくとも Ru、Co のうちいずれか一方を含むことが好ましい。

中間膜 4 の厚さは、垂直磁気記録膜 5 における磁性粒子（結晶粒子）の粗大化による記録再生特性の悪化や、磁気ヘッドと軟磁性下地膜 2 との距離が大きくなることによる記録分解能の低下を起こさないようにするために、10 nm 以下（

好ましくは6 nm以下) とするのが好ましい。

中間膜4の厚さは、10 nmを越える値(例えば15 nm以上) とすることもできる。

なお、本発明では、中間膜4を設けない構成も可能である。

#### 【0030】

垂直磁気記録膜5は、その磁化容易軸が基板に対して主に垂直方向に向いたものであり、少なくともCoとPtを含む材料からなることが好ましい。

例えば、CoPt合金またはCoCrPt合金を用いることができる。またCoPt合金またはCoCrPt合金に、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>のうちいずれかを添加した材料を用いてもよい。

特に、CoCrPt合金や、CoCrPt合金にSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの酸化物を添加した材料を用いることが好ましい。

酸化物を添加しないCoCrPt合金を用いる場合には、Crの含有量が14 at %以上24 at %以下(好ましくは15 at %以上22 at %以下)、Ptの含有量が14 at %以上24 at %以下(好ましくは15 at %以上20 at %以下)であることが好ましい。

Crの含有量が上記範囲未満であると、磁性粒子間の交換結合が大きくなり、その結果磁気クラスター径が大きくなり、ノイズが増大するため好ましくない。また、Crの含有量が上記範囲を超えると、保磁力および残留磁化(M<sub>r</sub>)と飽和磁化(M<sub>s</sub>)の比M<sub>r</sub>/M<sub>s</sub>が低下するため好ましくない。

Ptの含有量が上記範囲未満であると、記録再生特性の改善効果が不十分となりやすくなるとともに、残留磁化(M<sub>r</sub>)と飽和磁化(M<sub>s</sub>)の比M<sub>r</sub>/M<sub>s</sub>が低下し熱揺らぎ耐性が悪化するため好ましくない。また、Ptの含有量が上記範囲を超えると、ノイズが増大するため好ましくない。

#### 【0031】

CoCrPtに酸化物を添加した材料を用いる場合には、Crと酸化物の合計含有量が12 at %以上22 at %以下(好ましくは14 at %以上20 at %以下)、Ptの含有量が13 at %以上20 at %以下(好ましくは14 at %以上20 at %以下)であることが好ましい。

C r と酸化物の合計含有量が上記範囲未満であると、磁性粒子間の交換結合が大きくなり、その結果磁気クラスター径が大きくなり、ノイズが増大するため好ましくない。また、C r と酸化物の合計含有量が上記範囲を超えると、保磁力および残留磁化 ( $M_r$ ) と飽和磁化 ( $M_s$ ) の比  $M_r/M_s$  が低下するため好ましくない。

P t の含有量が上記範囲未満であると、記録再生特性の改善効果が不十分となりやすくなるとともに、残留磁化 ( $M_r$ ) と飽和磁化 ( $M_s$ ) の比  $M_r/M_s$  が低下し熱揺らぎ耐性が悪化するため好ましくない。また、P t の含有量が上記範囲を超えると、ノイズが増大するため好ましくない。

なお、「磁化容易軸が基板に対して主に垂直方向に向く」とは、垂直方向の保磁力  $H_c(P)$  と面内方向の保磁力  $H_c(L)$  が  $H_c(P) > H_c(L)$  であることを意味する。

#### 【0032】

垂直磁気記録膜 5 は、C o C r P t 系材料等からなる 1 層構造とすることもできるし、組成の異なる材料からなる 2 層以上の構造とすることもできる。

#### 【0033】

垂直磁気記録膜 5 の厚さは、7 ~ 30 nm (より好ましくは 10 ~ 25 nm) とするのが好ましい。垂直磁気記録膜 5 の厚さが 7 nm 以上であると、十分な磁束が得ることができ、再生時における出力が低くならず、出力波形がノイズ成分により確認しにくくなるのを防ぐことができるので、より高記録密度に適した磁気記録再生装置が得られる。

また、垂直磁気記録膜 5 の厚さが 30 nm 以下であると、垂直磁気記録膜 5 内の磁性粒子の粗大化を抑えることができ、ノイズの増大といった記録再生特性の劣化が生じるおそれがないため好ましい。

#### 【0034】

垂直磁気記録膜 5 の保磁力は、3000 (Oe) 以上とすることが好ましい。保磁力が 3000 (Oe) 未満であると、高記録密度における必要な分解能が得られず、また熱揺らぎ耐性が劣化するため好ましくない。

#### 【0035】

垂直磁気記録膜 5 の残留磁化 ( $M_r$ ) と飽和磁化 ( $M_s$ ) の比  $M_r/M_s$  は、0.9 以上であることが好ましい。 $M_r/M_s$  が 0.9 未満である場合には、熱揺らぎ耐性が劣化するため好ましくない。

#### 【0036】

垂直磁気記録膜 5 の逆磁区核形成磁界 ( $-H_n$ ) は、0 以上であることが好ましい。逆磁区核形成磁界 ( $-H_n$ ) が 0 未満である場合には、熱揺らぎ耐性が劣化するため好ましくない。

#### 【0037】

垂直磁気記録膜 5 は、結晶粒子の平均粒径が 5 nm 以上 12 nm 以下であることが好ましい。この平均粒径は、例えば垂直磁気記録膜 5 の結晶粒子を TEM (透過型電子顕微鏡) で観察し、観察像を画像処理することにより求めることができる。

#### 【0038】

垂直磁気記録膜 5 の  $\Delta H_c/H_c$  は 0.25 以下であることが好ましい。 $\Delta H_c/H_c$  が 0.25 以下であると、磁性粒子 (結晶粒子) の粒径のばらつきが小さくなり、垂直磁気記録膜 5 の垂直方向への保磁力がより均一となり、分解能を改善することができるため好ましい。

#### 【0039】

保護膜 6 は、垂直磁気記録膜 5 の腐食を防ぐとともに、磁気ヘッドが媒体に接触したときに媒体表面の損傷を防ぐためのもので、従来公知の材料を使用でき、例えば C、 $SiO_2$ 、 $ZrO_2$  を含むものが使用可能である。

保護層 6 の厚さは、1 nm 以上 7 nm 以下とすると、磁気ヘッドと媒体の距離を小さくできるので、高記録密度化の点から望ましい。

潤滑膜 7 には従来公知の材料、例えばパーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸などを用いるのが好ましい。

#### 【0040】

上記磁気記録媒体を製造するには、非磁性基板 1 上に、軟磁性下地膜 2、下地膜 3、中間膜 4、垂直磁気記録膜 5 をスパッタ法などにより順次形成し、スパッタ法や CVD 法などにより保護膜 6 を形成し、ディッピング法などにより潤滑膜

7を形成する方法を採用することができる。

下地膜3は、温度150～400℃で形成するのが好ましい。

この温度を上記範囲とすることによって、優れた記録再生特性を得ることができる。

#### 【0041】

本実施形態の磁気記録媒体にあっては、下地膜3が、少なくともPtとCとを含む合金、あるいは少なくともPdとCを含む合金からなるので、記録再生特性、熱揺らぎ耐性が向上し、高密度の情報の記録再生が可能となる。

#### 【0042】

図5は、本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態を示すもので、ここに示す磁気記録媒体は、軟磁性下地膜2と下地膜3との間に、アモルファス構造または微細結晶構造を有するシード膜8が設けられている。

シード膜8には、Fe、Co、Niから選ばれた1種以上と、Ta、Nb、Zr、Si、B、C、N、Oから選ばれた1種以上とを含む合金を用いるのが好適である。

シード膜8を設けることによって、軟磁性下地膜2の結晶性、結晶粒径、表面状態の影響をうけることなく、下地膜3を形成することができる。

#### 【0043】

シード膜8は、飽和磁束密度Bsが0.3T以上、保磁力Hcが100(Oe)以下である材料を用いることが特に好ましい。シード膜8に上記材料を用いることにより、磁気ヘッドと軟磁性下地膜2との距離が大きくなることによる記録分解能の低下を起こすことがないため好ましい。

#### 【0044】

図6は、上記磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置の例を示すものである。ここに示す磁気記録再生装置は、上記実施形態のうちいずれかの磁気記録媒体10と、磁気記録媒体10を回転駆動させる媒体駆動部11と、磁気記録媒体10に情報を記録再生する磁気ヘッド12と、ヘッド駆動部13と、記録再生信号処理系14とを備えている。記録再生信号処理系14は、入力されたデータを処理して記録信号を磁気ヘッド12に送ったり、磁気ヘッド12からの再生信号を処

理してデータを出力することができるようになっている。

磁気ヘッド12としては、垂直記録用の単磁極ヘッドを例示することができる。

図7に示すように、この単磁極ヘッドとしては、主磁極12aと、補助磁極12bと、これらの連結部12cに設けられたコイル12dとを有するものを好適に用いることができる。

#### 【0045】

上記磁気記録再生装置によれば、上記磁気記録媒体10を用いるので、熱揺らぎ耐性および記録再生特性を高めることができる。

従って、磁気記録再生装置によれば、熱揺らぎによるデータ消失などのトラブルを未然に防ぐとともに、高記録密度化を図ることができる。

#### 【0046】

##### 【実施例】

以下、実施例を示して本発明の作用効果を明確にする。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

##### (実施例1)

洗浄済みのガラス基板1（オハラ社製、外径2.5インチ）をDCマグネトロンスパッタ装置（アネルバ社製C-3010）の成膜チャンバ内に収容して、到達真空度 $1 \times 10^{-5}$  Paとなるまで成膜チャンバ内を排気した後、このガラス基板1上に89Co-4Zr-7Nb（Co含有量89at%、Zr含有量4at%、Nb含有量7at%）のターゲットを用いて、厚さ180nmの軟磁性下地膜2をスパッタ法により成膜した。この膜の飽和磁束密度 $B_s$ と膜厚 $t$ の積 $B_s \cdot t$ が200 T・nmであることを振動式磁気特性測定装置（VSM）で確認した。

次いで、240℃の条件で、上記軟磁性下地膜2上に、75Pt-25C（Pt含有量75at%、C含有量25at%）ターゲットを用いて、厚さ5nmの下地膜3を形成した。この時点でサンプルを平面TEM観察して下地膜3の結晶粒子を観察したところ平均粒径は8nmであった。

下地膜3の上に、Ruターゲットを用いて厚さ2nmの中間膜4を形成し、6

4Co-17Cr-17Pt-2B (Co含有量64at%、Cr含有量17at%、Pt含有量17at%、B含有量2at%) ターゲットを用いて厚さ20nmの垂直磁気記録膜5を形成した。なお、上記スパッタリング工程においては、成膜用のプロセスガスとしてアルゴンを用い、圧力0.6Paにて成膜を行った。

次いで、CVD法により厚さ5nmの保護膜6を形成した。

次いで、ディッピング法によりパーフルオロポリエーテルからなる潤滑膜7を形成し、磁気記録媒体を得た。この磁気記録媒体の構成を表1に示す。

#### 【0047】

(比較例1~3)

下地膜3をPt、Ru、またはCからなるターゲットを用いて形成すること以外は、実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した。この磁気記録媒体の構成を表1に示す。

#### 【0048】

これら実施例および比較例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。記録再生特性の評価は、米国G U Z I K社製リードライトアナライザRWA1632、およびスピンスタンドS1701MPを用いて行った。

記録再生特性の評価には、書き込み部にシングルポール磁極(単磁極)を用い、再生部にGMR素子を用いた磁気ヘッドを使用し、記録周波数条件を線記録密度600kFCIとして測定した。

熱揺らぎ特性の評価では、上記スピンスタンドおよび上記磁気ヘッドを用いて、温度70℃において線記録密度50kFCIで書き込みをおこなった後、書き込み1秒後の再生出力に対する出力の低下率(%/decade)を $(S - S_0) \times 100 / (S_0 \times 3)$ に基づいて算出した。この式において、 $S_0$ は磁気記録媒体に信号を書き込み後1秒経過時の再生出力を示し、 $S$ は1000秒後の再生出力を示す。この試験結果を表1に示す。

#### 【0049】

【表 1】

	軟磁性下地膜 組成	Bs・t (T・nm)	下地膜 組成 (at%)	厚さ (nm)	中間膜 組成 (at%)	厚さ (nm)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	厚さ (nm)	記録再生特性 エラーレート (10 <sup>-5</sup> )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	Hc (Oe)	Mr/Ms	磁気特性 -Hn (Oe)
実施例1	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.2	4535	1.00	1050
比較例1	CoZrNb	200	Pt	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.0	-0.2	4480	1.00	1100
比較例2	CoZrNb	200	Ru	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-3.1	-2.1	4250	0.80	-200
比較例3	CoZrNb	200	C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-2.5	-2.8	3550	0.78	-450

【0050】

表1に示すように、下地膜3が75Pt-25Cからなる実施例は、比較例に



比べ優れた記録再生特性を示した。

【 0 0 5 1 】

(実施例 2 ～ 1 0)

下地膜 3 の組成を表 2 に示すとおりとした以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 2 に示す。

【 0 0 5 2 】

【表 2】

	軟磁性下地膜		下地膜		中間膜		垂直磁気記録膜		記録再生特性 エラーレート ( $10^x$ )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	磁気特性	
	組成	Bs・t (T・nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)			Hc (Oe)	$M_r/M_s$ -In (Oe)
実施例1	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.2	4535	1.00
実施例2	CoZrNb	200	98Pt-2C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.5	-0.2	4500	1.00
実施例3	CoZrNb	200	95Pt-5C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.1	-0.2	4550	0.99
実施例4	CoZrNb	200	70Pt-30C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.2	-0.2	4385	1.00
実施例5	CoZrNb	200	60Pt-40C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.7	-0.4	4440	0.97
実施例6	CoZrNb	200	50Pt-50C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.3	-0.5	4200	0.95
実施例7	CoZrNb	200	50Pt-25Fe-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.7	-0.1	4630	1.00
実施例8	CoZrNb	200	50Pt-25Ni-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.0	-0.2	4800	1.00
実施例9	CoZrNb	200	50Pt-25Co-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.9	-0.2	4500	1.00
実施例10	CoZrNb	200	50Pt-25Cr-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.6	-0.2	4535	0.99

【0053】

表2に示すように、下地膜3が少なくともPtとCを含む実施例は、優れた記録再生特性を示した。特に、下地膜3のC含有量が1at%以上40at%以下

(特に 5 a t % 以上 30 a t % 以下) である実施例は優れた特性を示した。

【0054】

(実施例 11 ~ 15)

下地膜 3 の厚さを表 3 に示すとおりとした以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 3 に示す。

【0055】

【表3】

	軟磁性下地膜		下地膜		中間膜		垂直磁気記録膜		記録再生特性 エラーレート ( $10^x$ )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	磁気特性	
	組成	Bs·t (T·nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)			Hc (Oe)	Mr/Ms -Hn (Oe)
実施例1	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.2	4535	1.00
実施例11	CoZrNb	200	75Pt-25C	0.5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.4	-0.7	4100	0.90
実施例12	CoZrNb	200	75Pt-25C	1	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.9	-0.5	4300	0.93
実施例13	CoZrNb	200	75Pt-25C	10	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.4	-0.2	4610	1.00
実施例14	CoZrNb	200	75Pt-25C	15	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-3B	20	-4.6	-0.1	4610	0.97
実施例15	CoZrNb	200	75Pt-25C	25	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.1	-0.2	4465	0.97

【0056】

表3に示すように、下地膜3の膜厚を0.5nm以上15nm以下（特に1～

10 nm) とした実施例は、優れた記録再生特性を示した。

【0057】

(実施例 16～20)

下地膜 3 を形成する際の温度を表 4 に示すとおりとした以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 4 に示す。

【0058】

【表4】

	軟磁性下地膜		下地膜		中間膜		垂直磁気記録膜		記録再生特性 エラーレート ( $10^{-5}$ )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	磁気特性		
	組成	Bs·t (T·nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	成膜温度 (°C)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)			Hc (Oe)	Mr/Ms	-Hn (Oe)
実施例1	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	240	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	-5.8	-0.2	4535	1.00	1050
実施例16	CoZrNb	200	98Pt-2C	5	加熱なし	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	-5.0	-0.1	4555	1.00	1100
実施例17	CoZrNb	200	95Pt-5C	5	100	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	-5.2	-0.2	4435	0.99	1000
実施例18	CoZrNb	200	70Pt-30C	5	150	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	-5.5	-0.2	4385	1.00	950
実施例19	CoZrNb	200	60Pt-40C	5	400	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-3B	-5.2	-0.2	4440	0.97	550
実施例20	CoZrNb	200	50Pt-50C	5	500	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	-4.3	-0.1	3850	0.91	150

【0059】

表4に示すように、下地膜3を形成する際の温度を150～400℃とした実

施例は、優れた記録再生特性を示した。

【0060】

(実施例 21～27)

軟磁性下地膜 2 の材料、厚さを表 5 に示すとおりとした以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

【0061】

(実施例 28～30)

軟磁性下地膜 2 と下地膜 3 との間にシード膜 8 を設けたこと以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 5 に示す。

【0062】

【表5】

	軟磁性下地膜 組成	$B_s \cdot t$ (T·nm)	シード膜 組成 (at%)	シード膜 厚さ (nm)	下地膜 組成 (at%)	下地膜 厚さ (nm)	中間膜 組成 (at%)	中間膜 厚さ (nm)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	垂直磁気記録膜 厚さ (nm)	記録再生特性 エラーレート (10 <sup>-4</sup> )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	磁気特性 Hc (Oe)	磁気特性 Mr/Ms (Oe)	磁気特性 -Hn (Oe)
実施例1	CoZrNb	200	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.2	4535	1.00	1050
実施例21	FeCoB	200	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.6	-0.2	4625	1.00	1100
実施例22	FeTaC	200	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.4	-0.2	4400	0.99	1000
実施例23	CoNiP	200	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.9	-0.2	4515	1.00	950
実施例24	FeCoNiP	200	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.0	-0.1	4445	1.00	1200
実施例25	FeAlO	200	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.4	-0.3	4390	1.00	1000
実施例26	CoZrNb	60	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.9	-0.1	4550	1.00	950
実施例27	CoZrNb	400	-	-	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.0	-0.2	4420	1.00	1100
実施例28	CoZrNb	200	NiTa	10	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.1	-0.2	4500	1.00	1000
実施例29	CoZrNb	200	CoZr	10	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.0	-0.2	4545	0.99	950
実施例30	CoZrNb	200	FeTaN	10	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.2	-0.1	4560	1.00	950

【0063】

表5に示すように、実施例は優れた記録再生特性を示した。特にシード膜8を設けた実施例では、優れた記録再生特性が得られた。



## 【0064】

(実施例 31～39)

中間膜 4、垂直磁気記録膜 5 の材料、厚さを表 6 に示すとおりとした以外は、実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 6 に示す。

なお、表中、Ru/Cr は、中間膜 4 が、Ru からなる第 1 層上に Cr からなる第 2 層を設けた 2 層構造を有することを示す。この中間膜 4 の厚さは、いずれも 2 nm であり、これを 2/2 と表記した。

## 【0065】

【表6】

	軟磁性下地膜		下地膜		中間膜		垂直磁気記録膜		記録再生特性		熱揺らぎ		磁気特性	
	組成	Bs・t (T・nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	組成 (at%)	厚さ (nm)	エラーレート (10 <sup>-5</sup> )	特性 (%/decade)	Hc (Oe)	Mr/Ms	-Hn (Oe)	
実施例1	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.2	4535	1.00	1050	
実施例31	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	-	-	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.9	-0.1	4500	1.00	1100	
実施例32	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.2	-0.2	4700	0.99	900	
実施例33	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	RuW	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.7	-0.2	4385	1.00	950	
実施例34	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	CoCr	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.4	4565	1.00	1000	
実施例35	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru/CoCr	2/2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-6.1	-0.5	4765	0.95	1200	
実施例36	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-22Cr-17Pt	20	-5.9	-0.4	4630	0.91	400	
実施例37	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-10Cr-17Pt-6SiO <sub>2</sub>	20	-5.1	-0.1	4800	1.00	1200	
実施例38	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	10	-5.5	-0.4	3955	0.91	450	
実施例39	CoZrNb	200	75Pt-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	30	-5.1	-0.1	4300	0.99	850	

【0066】

表6に示すように、実施例は優れた記録再生特性を示した。

【0067】

## (実施例 40)

下地膜 3 を次のように形成すること以外は実施例 1 に準じて磁気記録媒体を作製した。

すなわち、軟磁性下地膜 2 上に、75Pd-25C (Pd 含有量 75 at %、C 含有量 25 at %) ターゲットを用いて、厚さ 5 nm の下地膜 3 を形成した。この時点でサンプルを平面 TEM 観察して下地膜 3 の結晶粒子を観察したところ平均粒径は 8.3 nm であった。

この実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 7 に示す。

## 【0068】

## (比較例 4)

下地膜 3 を、Pd からなるターゲットを用いて形成すること以外は実施例 40 に準じて磁気記録媒体を作製した。この磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 7 に示す。

## 【0069】

## (実施例 41 ~ 47)

下地膜 3 の組成および厚さを表 7 に示すとおりとしたこと以外は実施例 40 に準じて磁気記録媒体を作製した。これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 7 に示す。

## 【0070】

【表7】

	軟磁性下地膜 組成	下地膜 組成 (at%)	下地膜 厚さ (nm)	中間膜 組成 (at%)	中間膜 厚さ (nm)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	垂直磁気記録膜 厚さ (nm)	記録再生特性 エラーレート ( $10^x$ )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	磁気特性 Hc Mr/Ms -Hn (Oe)
実施例40	CoZrNb	75Pd-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.5	-0.2	4560 1 950
実施例41	CoZrNb	75Pd-25C	1	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.8	-0.5	4215 0.95 300
実施例42	CoZrNb	75Pd-25C	20	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.4	-0.1	4780 1 900
実施例43	CoZrNb	95Pd-5C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.2	-0.2	4490 1 900
実施例44	CoZrNb	60Pd-40C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.7	-0.5	4370 0.94 700
実施例45	CoZrNb	50Pd-25Fe-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.8	-0.1	4600 1 1000
実施例46	CoZrNb	50Pd-25Co-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-3B	20	-6.2	-0.2	4610 1 1050
実施例47	CoZrNb	50Pd-25Cr-25C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-4B	20	-5.7	-0.2	5030 0.97 950
比較例2	CoZrNb	Ru	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-5B	20	-3.1	-2.1	4250 0.8 -200
比較例3	CoZrNb	C	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-6B	20	-2.5	-2.8	3550 0.78 -450
比較例4	CoZrNb	Pd	5	Ru	2	64Co-17Cr-17Pt-7B	20	-3.7	-0.7	4300 0.98 700

【0071】

表7に示すように、下地膜3が少なくともPdとCを含む実施例は優れた記録再生特性を示した。

## 【0072】

(実施例 48～58)

中間膜 4、垂直磁気記録膜 5 の材料、厚さを表 8 に示すとおりとして磁気記録媒体を作製した。その他の条件は実施例 1 に準じた。これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表 8 に示す。

## 【0073】

【表8】

	軟磁性下地膜 組成 Bs・t (T・nm)	下地膜 組成 (at%)	厚さ (nm)	中間膜 組成 (at%)	厚さ (nm)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	厚さ (nm)	記録再生特性 エラーレート (10 <sup>-5</sup> )	熱揺らぎ 特性 (%/decade)	磁気特性 Hc : Mr/Ms (Oe)	-Hn (Oe)
実施例48	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8SiO <sub>2</sub>	8	-5.3	-0.2	3750	650
実施例49	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8SiO <sub>2</sub>	20	-5.7	-0.1	5150	1550
実施例50	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	67Co-10Cr-17Pt-6SiO <sub>2</sub>	15	-5.4	-0.1	4500	1150
実施例51	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	68Co-10Cr-14Pt-8SiO <sub>2</sub>	15	-5.7	-0.1	3765	580
実施例52	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	68Co-10Cr-13Pt-8SiO <sub>2</sub>	15	-5.2	-0.2	3390	300
実施例53	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8Cr2O <sub>3</sub>	15	-5.9	-0.1	4680	1220
実施例54	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8Al2O <sub>3</sub>	15	-5.5	-0.1	4280	890
実施例55	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8CoO	15	-5.4	-0.1	4400	1000
実施例56	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8Ta2O <sub>5</sub>	15	-5.9	-0.1	4880	1250
実施例57	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	65Co-10Cr-17Pt-8ZnO <sub>2</sub>	15	-5.8	-0.1	4750	1150
実施例58	CoZrNb: 200	75Pt-25C	5	Ru 15	15	75Co-17Pt-8SiO <sub>2</sub>	10	-5.8	-0.1	5100	1900

【0074】

表8に示すように、垂直磁気記録膜5が酸化物を含む実施例は、優れた記録再生特性を示した。

【0075】

**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明の磁気記録媒体にあつては、非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性および結晶粒径を制御する下地膜と、磁化容易軸が基板に対し主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、前記下地膜が少なくとも Pt と C とを含む合金、あるいは少なくとも Pd と C とを含む合金からなるので、記録再生特性および熱揺らぎ耐性を向上させることができる。

**【図面の簡単な説明】**

【図 1】 本発明の磁気記録媒体の第 1 の実施形態を示す断面図である。

【図 2】 逆磁区核形成磁界 ( $-H_n$ ) を説明する模式図である。

【図 3】 逆磁区核形成磁界 ( $-H_n$ ) を説明する模式図である。

【図 4】 下地膜の C 含有量と記録再生特性との関係を示すグラフである。

【図 5】 本発明の磁気記録媒体の第 2 の実施形態を示す断面図である。

【図 6】 本発明の磁気記録再生装置の一例を示す概略構成図である。

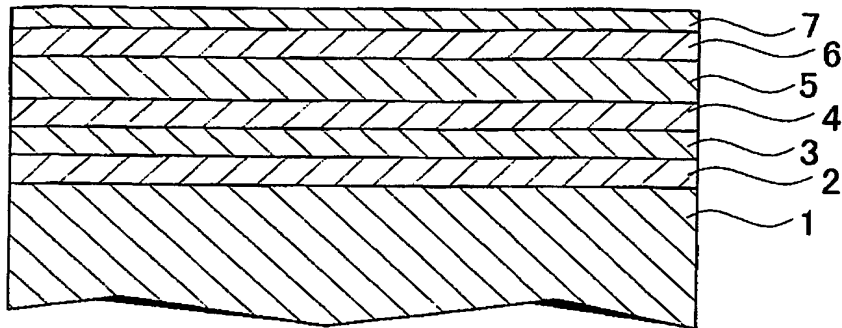
【図 7】 図 6 に示す磁気記録再生装置に使用可能な磁気ヘッドの一例を示す概略構成図である。

**【符号の説明】**

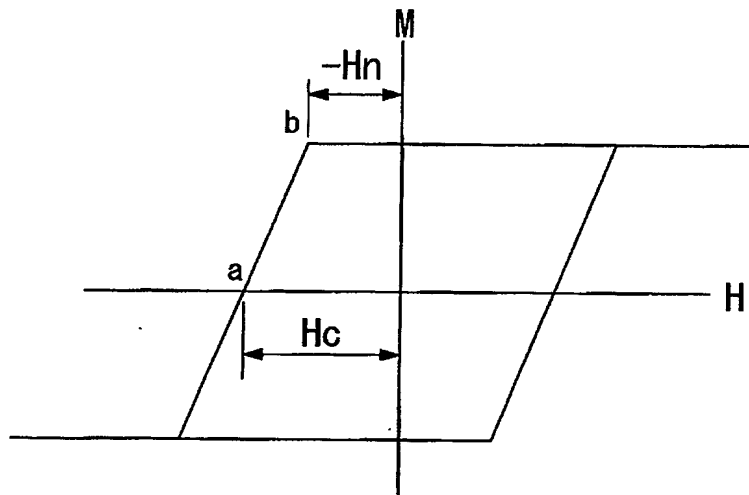
1…非磁性基板、2…軟磁性下地膜、3…下地膜、4…中間膜、5…垂直磁気記録膜、6…保護膜、7…潤滑膜、8…シード膜、10…磁気記録媒体、11…媒体駆動部、12…磁気ヘッド、12a…主磁極、12b…補助磁極、12c…連結部、12d…コイル、13…ヘッド駆動部、14…記録再生信号処理系

【書類名】 図面

【図 1】

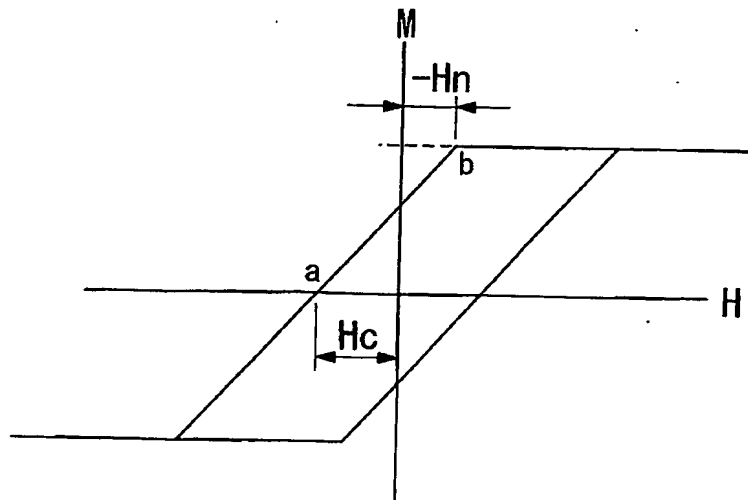


【図 2】

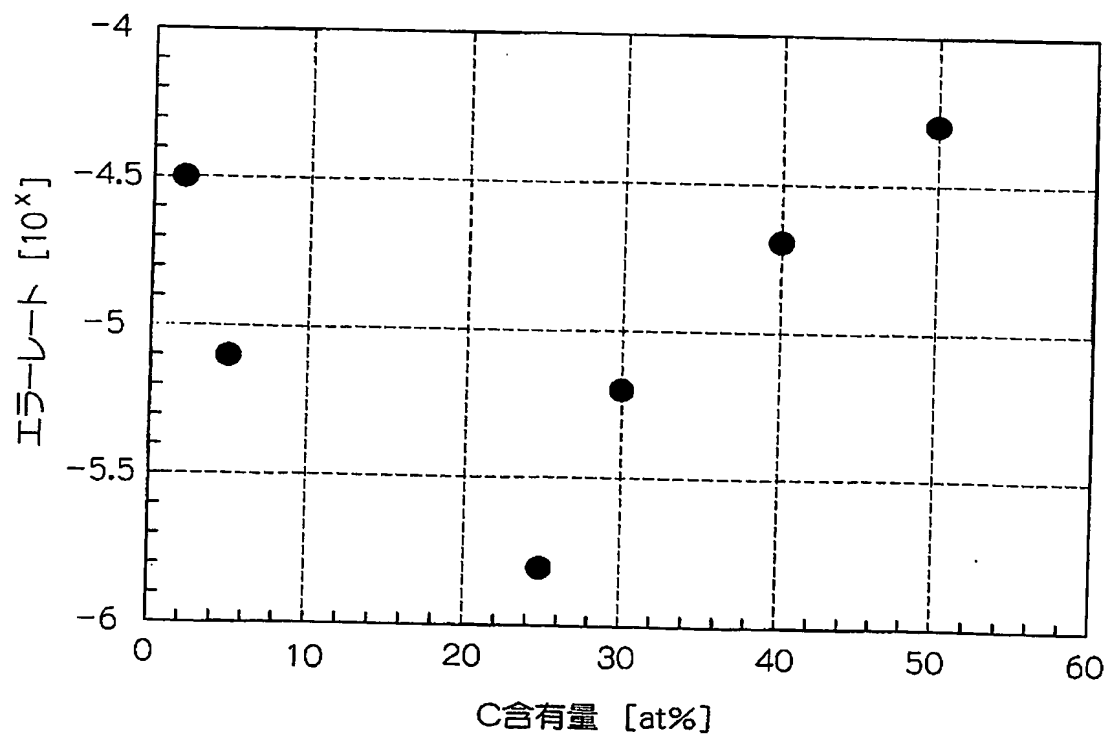




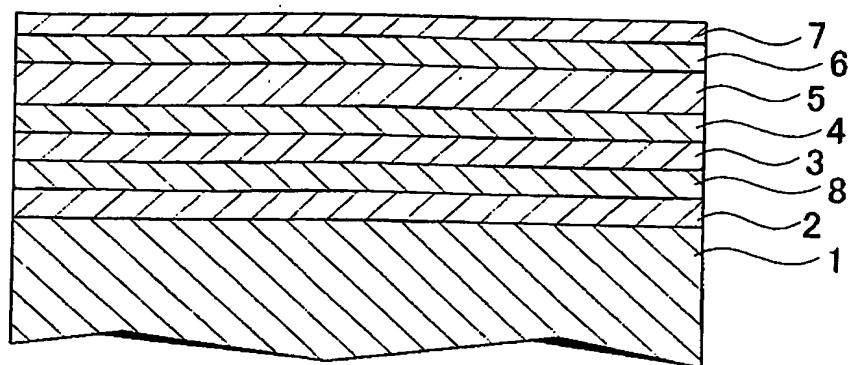
【図 3】



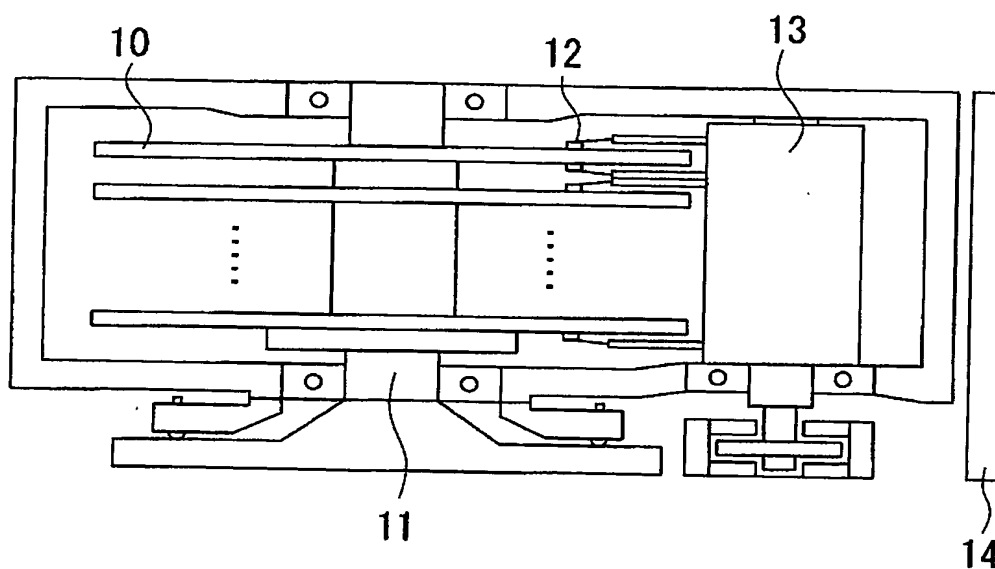
【図 4】



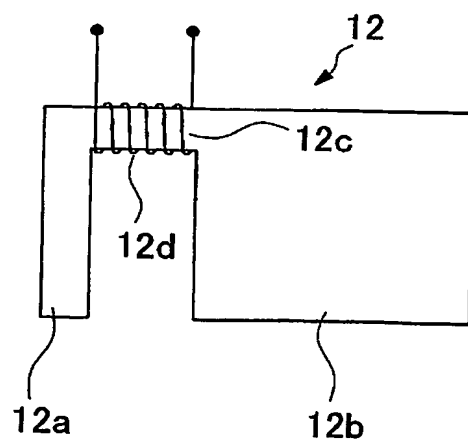
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 記録再生特性を向上させ高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供する。

【解決手段】 非磁性基板 1 上に、軟磁性下地膜 2 と、下地膜 3 と、垂直磁気記録膜 5 と、保護膜 6 とが設けられ、下地膜 3 が、少なくとも P t と C とを含む合金、あるいは少なくとも P d と C とを含む合金からなる。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号 特願 2003-103452  
受付番号 50300577408  
書類名 特許願  
担当官 金井 邦仁 3072  
作成日 平成15年 6月 6日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002004  
【住所又は居所】 東京都港区芝大門1丁目13番9号  
【氏名又は名称】 昭和電工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000003078  
【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
【氏名又は名称】 株式会社東芝

## 【代理人】

申請人

【識別番号】 100064908  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108578  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089037  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 青山 正和

次頁有

## 認定・付加情報 (続き)

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094400  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 鈴木 三義

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107836  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 西 和哉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108453  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

特願 2003-103452

ページ: 1

出願人履歴情報

識別番号

[000002004]

1. 変更年月日  
[変更理由]  
住所  
氏名

1990年 8月27日  
新規登録  
東京都港区芝大門1丁目13番9号  
昭和電工株式会社

特願 2003-103452

ページ: 2/E

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日  
[変更理由]  
住所  
氏名

2001年 7月 2日  
住所変更  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
株式会社東芝